

О.Д. БОЙКО, ад'юнкт науково-організаційного відділу Львівського інституту Сухопутних Військ Національного університету „Львівська Політехніка”, м. Львів

АНАЛІЗ ЗАПАТЕНТОВАНИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ КОЛІСНОГО РУШІЯ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ЙОГО ПОШКОДЖЕННЯ НА ДИНАМІКУ РУХУ

В статті проаналізовані та узагальнені патентні джерела інформації стосовно особливостей конструкцій та можливості використання цих рішень для вітчизняних військових колісних транспортних засобів. Проведена систематизація, класифікація, аналіз напрямків робіт та визначені основні завдання подальших досліджень.

In the paper patent sources of information are generalized and analysed concerning the features of constructions and possibility of the use of these solutions for domestic military wheeled transport vehicles. The systematization, classification, analysis of working directions are conducted and basic tasks are determined in relation to subsequent researches.

Постановка проблеми. Практично кожен водій відчуває страх втратити контроль над автомобілем на швидкості з причин пошкодження шини. З міркувань безпеки під час руху такі застереження є небезпідставними оскільки такі випадки практично неможливо передбачити, і, як наслідок, запобігти їх появи, а вони призводять до аварій з різними ступенями важкості. Як свідчить опублікований статистичний матеріал, у Німеччині щорічно пошкодження шин стає причиною близько 6000 аварій [1]. Ця проблема не менш гостро стоїть перед військовими колісними транспортними засобами. Досвід застосування колісних транспортних засобів (КТЗ) підрозділами ЗС України в миротворчих операціях показав, що одними з найбільш уразливих елементів таких машин є колесо та елементи системи регулювання тиску повітря в шинах (СРТПШ). З опублікованих статистичних матеріалів [2] відомо, що внаслідок експлуатації КТЗ на межі експлуатаційних можливостей та отриманих бойових пошкоджень на шини та елементи СРТПШ припадає близько 23 % від загальної кількості несправностей, з них близько – 16% на шини, 30% – на їх камери і 56% – на елементи СРТПШ.

Одним із перспективних способів збереження та покращення динамічних властивостей КТЗ військового призначення є мінімізація впливу проколів, бойових пошкоджень шин коліс, що досягається шляхом застосування СРТПШ. Такі системи в певних межах дозволяють зберігати сталий тиск повітря в шинах і дають можливість зміни тиску повітря в шинах коліс залежно від умов експлуатації, але СРТПШ є ефективними при незначних пошкодженнях, коли продуктивність насоса перевищує втрати в пошкодженій шині.

Метою статті є узагальнення та аналіз технічних рішень щодо розвитку конструкції колісного рушія та засобів, які забезпечують його надійну роботу за умов пошкодження та можливості спільної роботи з СРТПШ, з урахуван-

ням конструктивних особливостей та ефективності застосування на КТЗ. Огляд проведено по опублікованих патентних, технічних, науково-технічних періодичних вітчизняних та закордонних виданнях. Методика досліджень базується на порівняльному аналізі шляхів вирішення цієї проблеми з метою визначення можливості та доцільності використання отриманих результатів для вітчизняних військових КТЗ.

Викладення основного матеріалу. Автомобільна шина, пошкоджена під час руху, погіршує динамічні властивості КТЗ і часто стає причиною аварії, особливо на великій швидкості. Але цей ризик можна звести до мінімуму, якщо знати основні причини, що приводять до пошкодження шини, їх слід класифікувати: *непередбачувані*: бойове пошкодження від кулі, осколка, міни тощо; наїзд на сторонній предмет, який руйнує конструкцію шини; попадання колеса автомобіля до ями на великій швидкості. При цьому, як правило, ушкоджується колісний диск і порушується герметичність покриття; *передбачувані*: невідповідний тиск повітря в шинах (це приводить до перегріву шини і руйнування конструкції); механічні пошкодження шини (порізи, грижі, фрагменти металевих кордів і ниток); сильний знос шини; старіння гуми і втрата її еластичності (візуально помітні маленькі тріщини на поверхні шини); перевантаження або нерівномірне розташування вантажу на вантажній платформі; перевищення швидкості при зниженому тиску.

Основні дослідження були спрямовані на проведення порівняльного аналізу існуючих патентних розробок, які би дозволяли мінімувати вплив пошкоджень, які неможливо передбачити. Як відомо, на всіх військових вітчизняних КТЗ, до яких відносяться автомобілі багатоцільового призначення та бронетранспортери, використовуються СРТПШ, для якої компресор є джерелом стиснутого повітря і має продуктивність 220 л/хв. та 360±20 л/хв. при максимальних обертах двигуна. На закордонних КТЗ компресори більш потужні, наприклад, на автомобілях корпорації Oshkosh використовуються поршневі компресори двох типів, які мають продуктивність 390 або 570 л/хв. та 610 або 880 л/хв. при максимальних обертах двигуна. У випадку, коли компресор не компенсує втрати повітря при пошкодженні колеса, проблема забезпечення безпеки руху залишається.

Шляхи зменшення впливу пошкодження колісного рушія за допомогою додаткових засобів. Зовнішні засоби зменшення впливу пошкодження колісного рушія. Суть способу полягає в тому, що на диск встановлюють додаткові пружні або жорсткі елементи, які, як правило, жорстко кріпляться до диску з зовнішнього боку шини або камери, інколи – з обох боків. Їх конструкція являє собою елемент меншого діаметру від самої шини, який певною мірою дозволяє зберегти керованість КТЗ при ушкодженні шин. Перевагами цього способу є те, що такі елементи створюють додатковий захист шини від бокових пошкоджень. Основна відмінність запропонованих патентних рішень полягає в загальних ознаках, в формі, особливостях виконання та способах кріплення самих елементів, на даний час цей спосіб не набув широкого застосування.

Надувана порожнина колеса [3] пересувного засобу (безкамерна покрит-

шка, шина, камера, порожнина або їх система), що має засіб для уникнення пошкодження диском шини чи камери, камери містять кільцеву частину, яка може бути жорсткою і такою, що ковзає відносно камери. Винахід дозволяє збільшити безпеку і термін служби покриття.

Порожнина колеса, що накачується [4], представляє собою камеру з розташованими на її зовнішній поверхні високоміцними зігнутими пружними стрижнями, що охоплюють камеру уперек бігової доріжки колеса. Також на зовнішній поверхні обода колеса розташовані бічні обмежувальні кільця з еластичними кільцеподібними прокладками, що фіксують тороподібну пружну камеру і високоміцні зігнуті пружні стрижні в певному положенні на ободі колеса. Високоміцні зігнуті пружні стрижні виконані у вигляді пружної дуги, кінцеві частини якої Г-подібно зігнуті в напрямі один до одного, причому Г-подібна зігнута кінцева частина дуги розташована на поверхні обмежувального кільця або на поверхні еластичної кільцеподібної прокладки цього кільця.

Суттєвим недоліком запропонованих розробок є те, що їх неможливо застосовувати на здвоєних шинах, вони унеможливають тривалу здатність КТЗ продовжувати рух із збереженням достатніх динамічних якостей КТЗ, а також не дозволяють застосування СРТПШ на важкопрохідних ділянках дороги, що ставить під сумнів доцільність і ефективність їх застосування на військових КТЗ.

Внутрішні засоби зменшення впливу пошкодження колісного рушій – цей спосіб застосування додаткових внутрішніх пружних елементів у вигляді бандажу або додаткової шини, які встановлюються всередині шини безпосередньо на диск.

Перший патент №2262780 US. "Inner tire" [5], розроблений винахідником з США (рис. 1). Відомі форма елемента, що може бути суцільною, з наповнювачем, а також виконаними з порожниною для заповнення повітрям. Зараз цей спосіб порівняно широко застосовується на КТЗ різних галузей економіки розвинутих держав. Перевагою цього способу є відсутність обмежень на застосування СРТПШ і надає можливість продовжувати рух при пошкодженій шини до найближчого пункту технічного обслуговування без значної шкоди для шини. Основна відмінність патентних рішень полягає в конструктивних особливостях виконання, місці розміщення та способі кріплення самого пружного елемента.

Пневматична вставка [6] тороїдного типу для пневматичної шини, яка розташовується всередині шини на пазах диску, містить в бічних стінках два пружних кільцевих елемента, за рахунок яких вона щільно прилягає до диска та внутрішніх частин шини, вона оснащена пристроєм для наповнення стислим повітрям (рис. 2).

Гумова армована тороїдна мембрана [7] для підтримки безкамерної шини

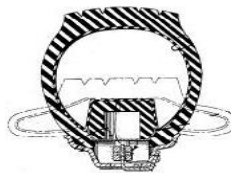


Рис.1



Рис.2



Рис.3



Рис.4



Рис.5



Рис.6

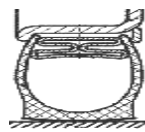


Рис.7

типу Р, вона розташовується в середині шини на пазах диску і являє собою тороїдну ємність, яка у верхній (контактній) частині має армований протектор з малюнком, бокові стінки містять кордові нитки, вона оснащена пристроєм для наповнення стислим повітрям (рис. 3).

Колесо [8] містить обід і пневматичну шину, в порожнині якої встановлена з кільцевим зазором еластична оболонка у вигляді порожнисто-го тора, що розділяє порожнину шини на дві, утворюючи в шині кільцеву робочу порожнину. Кільцева робоча порожнина забезпечена додатковою еластичною камерою у вигляді тора, встановленою у внутрішній порожнині еластичної оболонки і що сполучається з кільцевою робочою порожниною за допомогою клапанів з отворами, що дроселюють, встановленими на поверхні еластичної оболонки. Кільцева робоча порожнина і додаткова еластична камера, заповнені рідиною, утворюють гідравлічну демпфуючу систему колеса (рис. 4).

Система функціонування шини без тиску [9], яка охоплює пневматичну шину, являє собою пружний елемент, який встановлюється довкола обода колеса в його пазах, для кращого контакту верхній та нижній контактні шари мають малюнок, між ними всередині елемента є ребра жорсткості, які утворюються перегородками (рис. 5).

Опорне тіло [10] виконане у вигляді оболонкоподібного кільцевого елемента, розташованого усередині шини, який своїми обома аксіально-зовнішніми зонами стінки спирається через кільцеві опорні елементи на обід колеса. Причому опорні елементи в радіальному і осьовому напрямках навантаження мають різні величини пружності. При цьому кільцеві опорні елементи виконані у вигляді багатшарових елементів, які по радіальній висоті опорних елементів складаються з декількох сполучених один з одним шарів матеріалу різної пружності (рис. 6).

Безкамерне колесо підвищеної надійності [11] містить обід (диск), шину, встановлену на ободі, і силовий каркас, виконаний у вигляді пружного амортизуючого кільця, встановленого усередині шини на ободі колеса. Силовий каркас рівномірно деформований при нормальній температурі у напрямку до центру обода до утворення зазору між ним і внутрішньою поверхнею шини, що знаходиться під навантаженням, і виконаний з матеріалу з ефектом пам'яті форми з температурою відновлення первинної до деформації форми, рівної гранично допустимій температурі нагріву шини (рис. 7).

Автомобільне колесо [12] має опорне тіло аварійного руху, яке виконано з міцного, еластичного і повітронепроникного матеріалу у формі автомобільної камери і знаходиться в здутому стані під покришкою на ободі колеса або в спеціально виготовленій на ободі колеса під покришкою кільцевій ніші, воно жорстко прикріплено однієї своєю стороною до обода колеса. Опорне тіло аварійного руху виконане з можливістю під час подачі до нього повітря роздуватися до розмірів штатної покришки і через сполучний клапан сполучено з апаратом, аналогічним апарату для наповнення газом запобіжних подушок системи безпеки транспортних засобів. Даний апарат у свою чергу сполучений зі встановленими на ободі колеса під покришкою декількома датчиками, здатними при різкому падінні тиску повітря під покришкою включати в дію даний апарат (рис. 8).

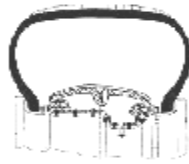


Рис. 8

Шина [13] сконструйована так щоб, із внутрішнього боку до стінок бортових кілець основної шини була можливість кріплення двох додаткових пружних елементів (губок), пружні елементи (губки) в поперечному перерізі мають поперечні повітряні отвори та отвори для кріплення до основної шини за допомогою гвинтів (рис. 9).



Рис. 9

Аналіз вищезазначених патентів показав, що поряд із всіма перевагами і доволі широким застосуванням, цей спосіб можливий тільки при використанні на КТЗ безкамерних шин, а, як відомо, на більшості вітчизняних військових КТЗ використовуються діагональні камерні шини з регульованим тиском. Також він ускладнює конструкцію колеса за рахунок матеріаломісткості, що збільшує вагу колеса, а, як наслідок, це доволі негативно позначиться на динамічних якостях машини. Це ставить під сумнів доцільність застосування цього способу в вітчизняних військових КТЗ.

Конструктивні рішення по зміні елементів колісного рушія для зменшення впливу пошкоджень. Повздовжні секційні камери та шини. Суть цього способу полягає в тому, що шина містить всередині щонайменше одну перегородку або всередину звичайної шини колеса встановлюють одну розділену на повздовжні секції або кілька окремих меншого розміру тороподібних камер, які можуть бути з'єднані між собою або відокремлені щодо наповнення їх стислим повітрям. У випадку проколу однієї секції чи камери стисле повітря виходить з неї, а сусідні секції чи камери заповнюють її простір або за рахунок жорстких стінок зберігають свою форму. При цьому відбувається падіння тиску в шині, але зберігається керованість КТЗ і надає можливість продовжувати рух за умови доведення тиску в непошкоджених секціях до норми.

Шина [14] містить камеру, призначену для використання в низькопрофільних шинах, яка розділена щонайменше на дві частини за допомогою внутрішньої стінки, яка проходить в екваторіальній площині і визначає межі центрального сердечника, і двох бічних стінок згаданої камери. Сердечник містить згадану стінку, від кінців якої два фланці відходять перпендикулярно

самій стінці в протилежних напрямках на задану довжину. Кінці фланців і бічних стінок зв'язані один з одним за допомогою вулканізації, при цьому жорсткість сердечника більше жорсткості бічних стінок (рис. 10).



Рис. 10

Обід колеса [15] виконаний з двома сідлами, що формують конус для зачеплення з відповідними бортами шини, причому з його вершиною на осі обертання в положенні аксіального зовні обода. При цьому шина містить тороїдальний каркас і камеру. Шина має максимальну ширину в зоні бортів. Камера забезпечена пристроєм для накачування і спуску, вставленим в стінку камери, причому без якого-небудь елемента для з'єднання з середовищем зовні колеса, зокрема, обода, що проходить через стінку (рис. 11). Власником цих патентів є корпорація, яка є одним з найбільших виробників шин – Пиреллі Пнеуматичі С.П.А.



Рис. 11

Шина [16] складається з протектора, бортів, посилені металевим сердечником, і опорної стійки, привулканізованої до протектора з внутрішнього його боку. Висота опорної стійки менше висоти внутрішнього профілю шини. Опорна стійка має виступи (на нижньому кінці її), на яких встановлені пелюсткові кільцеві клапани. Опорна стійка утворює усередині шини два тороїдальні об'єми, а між клапанами в порожнині на диску колеса розташований зарядний вентиль. Шина може мати дві опорні стійки, тоді усередині шини розташовано три внутрішні об'єми (рис. 12).



Рис. 12

Винахід [17] містить дві розташовані уздовж кола бічні стінки, щонайменше одну розташовану уздовж кола проміжну стінку, встановлену між бічними стінками і розташовану поперечна підстава, що продовжується від однієї бічної стінки до іншої, і утворює відсік між бічною стінкою і розташованою поряд з нею проміжною стінкою або між двома сусідніми проміжними стінками (рис. 13).

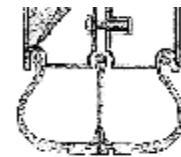


Рис. 13

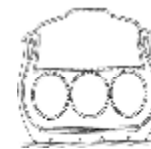


Рис. 14

Винахід [18] містить платформу, розташовану довкола обода і три або більше камери, розташовані в межах западини шини між платформою і периферичною внутрішньою поверхнею каркасу, так, що при номінальному тиску повітря в шині камери не контактують з периферичною внутрішньою поверхнею шини, а вступають в роботу при зниженні тиску чи пошкодженні шини (рис. 14).

Радіальна шина [19], яка встановлюється на диск і містить основну, праву і ліву частини (секції), кожна частина оснащена засобом для наповнення стислим повітрям, перегородки між ними виконані під кутом і містять жорсткі елементи, які утримують перегородки в пазах диску,



Рис. 15

стілки перегородок здатні деформуватись в обох напрямках, при номінальному тиску бокові частини не контактують з опорною поверхнею (рис. 15).

Пневматична шина [20], яка містить покришку і розміщену в ній камеру з вентилям, покришка по висоті розділена перегородкою з вільним нижнім кінцем, яка розміщена по внутрішньому екватору і утворює дві порожнини, кожна з яких містить свою камеру з вентилям (рис. 16).

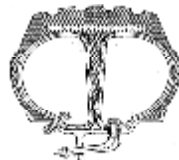


Рис.16

Безпечна шина [21], яка розділена на три секції, кожна секція оснащена засобом для наповнення стисненим повітрям, на стінках перегородок встановлено клапани, стінки перегородок виконані з пружного нежорсткого матеріалу і здатні деформуватись в обох напрямках (рис. 17).

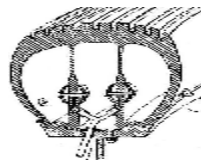


Рис.17

Камера для шини [22], яка ділить шину на два відокремлених об'єми, шина має пази кріплення змінної надувної камери, що безпосередньо контактує з внутрішньої сторони з поверхнею бігової частини шини, камера і шина оснащена засобом для наповнення стисненим повітрям (рис. 18).

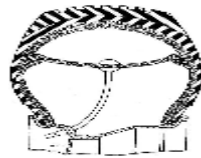


Рис.18

Безпечна шина [23], що містить зовнішню шину і стійку внутрішню шину, кожна з яких оснащена засобом для наповнення стисненим повітрям, внутрішня шина містить в боковій стінці односторонній клапан (рис. 19).

Шина [24], яка розділена на три секції, секції (А,С) оснащена засобом для наповнення стисненим повітрям, а секція (В) має сполучний клапан, стінки секцій виконані з пружного нежорсткого матеріалу і здатні деформуватись (рис. 20).



Рис.19



Рис.20

Безкамерна шина [25], яка розділена на три секції. Основна секція, яку утворюють шина та диск, оснащена засобом для наповнення стисненим повітрям, а бокові секції є герметичними, стінки секцій виконані з пружного нежорсткого матеріалу і здатні деформуватись, при цьому за рахунок особливої форми вони здійснюють перерозподіл площі контакту в залежності від навантаження див. рис. 21.

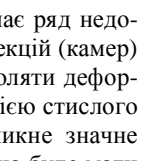


Рис.21

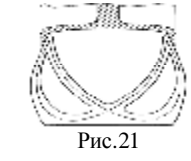


Рис.22

Повздовжнє розділення шин чи камер має ряд недоліків, зокрема шина повинна містити багато секцій (камер) або жорсткі перегородки, які не будуть дозволяти деформуватись стінкам неущкоджених секцій під дією стислого повітря. При умові невиконання цього виникне значне падіння тиску в непошкоджені секції або шина буде мати недостатні демпфуючі якості, що негативно відзначиться на динамічних якостях машини і підвищить навантаження на підвіску та трансмісію КТЗ. Також

такі конструктивні рішення вимагають кардинальної зміни технології виготовлення. Це обумовлює складність цього способу і недоцільність застосування цього способу в вітчизняних військових КТЗ.

Поперечні секційні камери та шини – суть цього способу полягає в тому, що шина містить всередині камеру, розбиту в поперечному напрямку на секції або набір окремих камер у вигляді секцій, які утворюють при збиранні одну тороподібну звичайну камеру. Секції можуть бути як з'єднані між собою, так і відокремлені щодо наповнення їх стислим повітрям. Перша патентна публікація по цьому способу було опубліковано 1920.05.04 [26] (рис. 22). У випадку проколу однієї секції чи камери стисле повітря виходить з неї, а сусідні секції

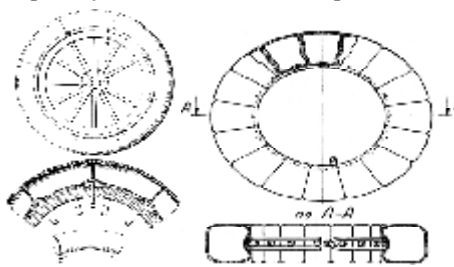


Рис.22

Рис.23

чи камери заповнюють її простір, внаслідок чого відбувається незначне падіння тиску в них, що дозволить зберегти керованість КТЗ і надасть можливість продовжувати рух скільки це необхідно за умови доведення тиску в непошкоджених секціях до норми. Цей спосіб може бути застосований як з радіальними, так діагональними шинами [27] (рис. 23).

Суть обох винаходів полягає в тому, що пневматична шина містить покришку і надувну камеру з окремих секцій. Кількість секцій складає 12-50. Осередки контактують торцевими стінками, площа яких складає 1,2-3,5 площі поперечного перетину секції. Секції закріплені на основі, виконаному у вигляді двох паралельних один одному трубчастих колекторів - основного і допоміжного, ідентичних формі обода колеса. Між колекторами закріплені втулки. Кожна секція забезпечена штуцером, що приєднаний до відповідної втулки, при цьому кожна втулка усередині у верхній частині містить повітряний клапан з пружиною, в нижній частині поршень-штовхач, основний колектор сполучається з клапаном, допоміжний з поршнем, з одного кінця обидва трубчасті колектори герметично заглушено, а з іншого кінця жорстко сполучені з ніпелем, виконаним з двома відповідними отворами, вільний кінець ніпеля виконаний із зовнішньою різьбою.

Автомобільне колесо [28] містить корпус колеса, маточину з отвором для посадки колеса на вісь, покришку, шину з секційною гумовою пневматичною камерою, розділеною на 8 окремих пневматичних камер (секцій), кожна з яких має свій зарядний пристрій. Усередині шини на верхньому краю покришки розташований металевий захисний обід з привареними до нього штирями на кінцях з шпильками, які втиснені в наявні отвори у поверхні покришки. Для виведення штуцерів зарядки для кожної окремої пневматичної камери (секції) в корпусі колеса (диску) просвердлено 8 отворів. Може бути використана як нова, так і зношена шина.

Камера для шини [29], яка розділена на п'ятнадцять секцій, кожна секція

розбита перегородками в повздовжній і поперечній площині, що в секції утворює ще від 1 до 12 чарунк (ячейок), чарунк та кожна секція містять засоби для наповнення стисненим повітрям, стінки секцій та чарунк виконані з пружного нежорсткого матеріалу і здатні деформуватись (рис. 24).

Пневматична шина [30], яка розділена радіальними ребрами на декілька секцій, в яких розміщені камери-секції по периметру шини і сполучені між собою зворотними лими отворами, за допомогою яких здійснення повітря із контактуючої з дорогою підвищеним тиском повітря у суміжну з нею камеру-секцію за напрямом руху транспортного засобу (рис. 25).

Колесо [31] містить сталевий обід і еластичну шину. Еластична шина сполучена із сталевим ободом за допомогою сталевих кордових канатів і розділена на герметичні камери, в яких розміщені еластичні повітряні балони (секції) (рис. 26).

Шина [32] містить камеру з послідовно та периферійно розташованими секціями. Секції з'єднані між собою через впускний та випускний трубопровід за допомогою односторонніх клапанів для заповнення їх стислим повітрям та зниження тиску в них. Трубопроводи (колектори) з'єднані з основним двостороннім клапаном (рис. 27).

Шина [33], в якій міститься суцільну камеру, за допомогою плоских перегородок в поперечному напрямі послідовно та периферійно розділена на секції. В перегородках секцій встановлено двосторонній клапан для заповнення їх стислим повітрям та зниження тиску в них (рис. 28).

Аналіз патентних розробок щодо поперечного розділення шин чи камер показав, що цей спосіб має, на відміну від вище зазначених, ряд переваг, з яких зокрема є те, що поперечні секційні камери можуть застосовуватись з різними типами шин і не обмежуючи функціональність СРТПШ. Він також має ряд недоліків, зокрема шина повинна містити багато секцій (камер), що в певних межах ускладнює їх конструкцію та збірку шини. В окремих випадках застосування багатьох секцій вимагає кардинальної зміни технології виготовлення.

Висновки. На підставі аналізу опублікованих патентних розробок щодо способів та засобів зменшення впливу непередбачуваних пошкоджень колісного рушія за умов використання СРТПШ можна зробити висновок, що існуючі роботи носять частинний характер і не охоплюють всесторонньо досліджуваної проблеми. Досліджені патентні розробки систематизовано і класифіковано. Їх взаємозв'язок за різними ознаками представлено на рис. 29.

Можна зробити висновок, що для вітчизняних військових КТЗ для збереження або покращення експлуатаційних властивостей КТЗ (тяго-швидкісні, прохідність, керованість, стійкість руху) при пошкодженні колісного рушія, особливо при використанні КТЗ у важких дорожніх умовах та військових конфліктах доцільно зупинитися на вивченні конструктивних рішень щодо повздовжніх поперечних секційних камер та шин.

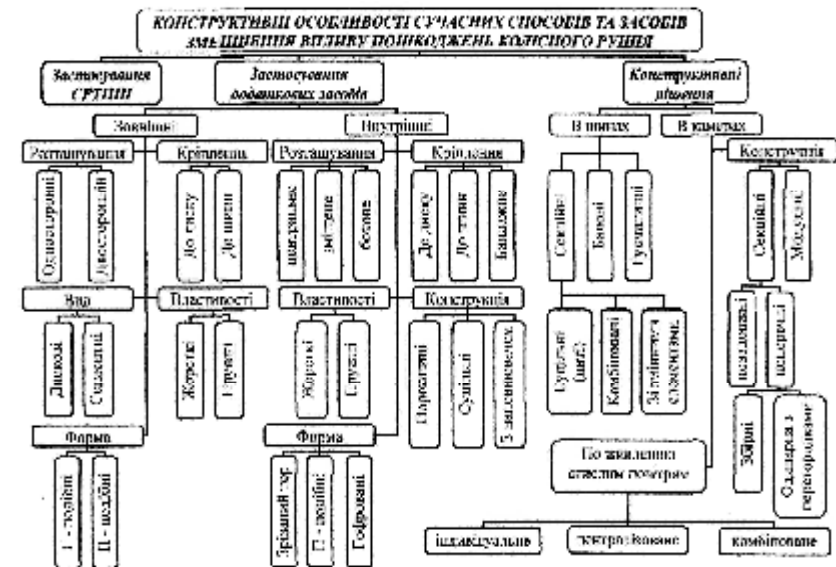


Рис. 29. Класифікація засобів з патентних джерел щодо зменшення впливу пошкоджень на динамічні якості машини

Список літератури: 1. Headrest extension protects against whiplash injuries. 03/08/2006. – [Цит. 5 квітня 2009 р.]. – Доступний за: http://www.conti-online.com/generator/www.com/en/continental/portal/themes/press_services/press_releases/press_releases_en.html. 2. Інформаційно-аналітичні матеріали: Експлуатація бронетанкового озброєння та військової техніки в умовах спекотного пустельного клімату Республіки Ірак // Миротворча діяльність ЗСУ та досвід застосування підрозділів ЗСУ в Іраці – К.:ННДЦ ОТ і ВБ України, 2005. – 400 с. 3. Пат. 95100660 RU, МПК6 В60С23/00. Надуваема полость колеса: Молчанов К.В. (Росія); № 95100660/11; Заяв.17.01.95; Опубл.10.12.96. 4. Пат. 2003100245 RU, МПК6 В60С7/20. Колесо безрельсового транспортного средства: Плясов К.Н. (Росія); № 2003100245/11; Заяв.04.01.2003; Опубл.10.07.2004. 5. Пат. 2262780 US, МКИ В60С17/06; В60С17/00. Inner tire: Arthur, Sherwood. (США); McGraw-Hill (FreePatentsOnline). Заяв.31.10.1939; Опубл.18.11.1941. НКИ 152/158. – 3с. 6. Пат. 4153095 US, МКИ В60С5/12; В60С5/20; В60С17/01; В60С5/00; В60С5/08; В60С17/00; В60С5/06. Pneumatic tire having a pneumatic safety insert with beads: Sarkissian, Berge. (США); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc. № 833109/05; Заяв.24.01.2003; Опубл.04.12.2004. НКИ 152/504. – 25 с. 7. Пат. 6467518 US, МКИ В60С5/00; В60С17/01; В60С17/02; В60С17/00; В60С5/22; В60С9/22. Supporting membrane for a tread: Alain Clouet та Renaud Rivaton. (Франція); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc. – № 595179/09; Заяв.24.01.2003; Опубл.04.12.2004. НКИ 152/340.100. – 7 с. 8. Пат. 2144862 RU, МПК7 В60С17/00. Колесо транспортного средства: Рябов И.М. (Росія); № 98118321/28; Заяв.02.10.98; Опубл.27.01.2000. 9. Пат. 20050072506 US, МКИ

B60C007/24. Runflat system: *Tanaka, Masatoshi* . (Японія); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc.-№ 912190/10; Заяв.06.08.2004; Опубл.07.04.2005. НКИ 152/400. – 14с. **10. Пат.** 2224662 RU, МПК7 B60C17/06. Автомобильное колесо с опорным телом аварийного движения: *ХЕ/ЛИБЕГ Ханс-Бернд* та *Глинц Михайель*. (Германия); № 2000133235/11; Заяв.28.05.99; Опубл.27.02.2004. **11. Пат.** 2286623 RU, МПК7 B60C7/20, B60C7/18. Бескамерное колесо повышенной надежности: *Керножский И.М.* та інші. (Росія); № 2004123722/11; Заяв.20.01.2006; Опубл.20.10.2006. – 8с. **12. Пат.** 2309854 RU, МПК7 B60C17/02. Автомобильное колесо с пневматическим опорным телом аварийного движения: *Абрамкін С.Г.* та *Абрамкін М.С.* (Росія); № 2006139982/11; Заяв.13.11.2006; Опубл.10.11.2007. Бюл.№31. – 7с. **13. Пат.** 20030221757 US, МКИ (IPC1-7) B60C017/04. Tire: *Hsu, Shut Chen*. (Тайвань); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc.-№ 349965/10; Заяв.14.09.1977; Опубл.08.05.1979. НКИ 152/520. – 6с. **14. Пат.** 2211764 RU, МПК7 B60C5/20, B60C17/01, B29C69/00. Камера для шины и способ ее изготовления: *Ман-козу Федерико* (Италия); № 2000115308/28; Заяв.14.11.97; Опубл.10.11.98. **15. Пат.** 2230672 RU, МПК7 B60C15/02, B60C15/04, B60C5/22. Колесо с шиной для транспортных средств: *Каретта Ренато* (Италия); № 99111955/11; Заяв.04.06.99; Опубл.20.06.2004. **16. Пат.** 2299131 RU, МПК6 B60B11/04, B60C5/22. Шина: *Макаров Ю.В.* (Росія); № 2005135359/11; Заяв.16.11.2005; Опубл.20.05.2007. Бюл.№14. – 11 с. **17. Пат.** РСТ/L2006/000271, МКИ B60C 17/02, B60C 5/22, B60C 17/01. Run-flat tire : *Rubin, Eldad*. (Израиль); ЕАПО Inc.-№ РСТ/L2006/000271; Заяв.28.02.2006; Опубл.31.08.2006. Бюл. 1.2008. – 35с. **18. Пат.** 6516845 US, МКИ B60C17/01, B60C17/04, B60C17/06, B60C17/00, B60C5/00, B60B21/02. Support device within a tire cavity to provide runflat capability: *Nguyen Gia Van* та *Dheur Jean Luc*. (Бельгия); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc.-№ 813695/09; Заяв.21.03.2001; Опубл.11.02.2003. НКИ 152/158. – 20с. **19. Пат.** 20080135153 US, МКИ B60C17/00. Pneumatic Tire and Tire/Rim Assembly: *Sawada Hiroki*. (Японія); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc.-№ 793214/11; Заяв. 91.12.2005; Опубл.12.06.2008. НКИ 152/516. – 26с. **20. Пат.** 46106 UA, МПК6 B60C 5/00. Пневматична шина: *Кубай Р.І.* (Україна); № 98115822; Заяв.15.08.2000; Опубл.15.05.2002. Бюл. №5. – 2 с. **21. Пат.** 4280546 US, МКИ B60C5/00, B60C5/20, B60C11/4. Multi-annular chamber, tubeless safety tire: *Mistretta Victor S.* (США); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc.-№ 123212/06; Заяв. 21.02.80; Опубл.28.07.81. НКИ 152/516. – 4с. **22. Пат.** 4293017 US, МКИ B60C5/00, B60C5/12, B60C5/20, B60C17/00, B60C5/06. Dual-chamber pneumatic tire: *Lambe Donald M.* (США); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc.-№ 079315/06; Заяв. 27.09.79; Опубл.06.10.81. НКИ 152/339.100. – 8с. **23. Пат.** 0301729 US, МКИ B60C5/22, B60C17/01, B60C5/00, B60C17/00. Dual chamber safety tire: *Michael W. Ball*. (США); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc.-№ 919748/07; Заяв. 27.07.92; Опубл.12.04.94. НКИ 152/342.100. – 4с. **24. Пат.** 5479976 US, МКИ B60C5/22, B60C17/01, B60C5/00, B60C17/00. Three-chamber tire: *Cho, Woon-je*. (Канада); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc.-№ 359429/08; Заяв. 20.12.94; Опубл.02.01.96. НКИ 152/518. – 8с. **25. Пат.** 6470935 US, МКИ B60C5/22, B60C17/01, B60C5/00, B60C17/00. Tire having inside walls: *Fulsang, Eric J.* (США); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc.-№ 563101/09; Заяв. 02.05.2000; Опубл.29.10.2002. НКИ 152/339.100. – 7с. **26. Пат.** 1339283 A US, МКИ B60C5/22, B60C17/01, B60C5/00, B60C17/00. No full text available: *James Albert Perkins*. (США); McGraw-Hill (FreePatentsOnline), Опубл.04.05.1920. НКИ 152/337.100. – 3с. **27. Пат.** 2099200 RU, МПК6 B60C5/20. Пневматическая шина: *Греков И.Н.* та *Рубенчик Ю.И.* (Росія); № 96102885/11; Заяв.14.02.96; Опубл.20.12.97. **28. Пат.** 2312027 RU, МПК6 B60C5/20. Автоколесо безопасное, с защитным ободом и секционной резиновой камерой шины колеса: *Владимиров В.М.* (Росія); № 2005140998/11; Заяв.27.12.2005; Опубл.10.12.2007. Бюл. №34. – 6 с. **29. Пат.** 7316252 US, МКИ B60C5/24. Modular tire: *Heard, Nathaniel*. (США); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc.-№ 992478/09; Заяв. 19.11.2001; Опубл.08.01.2008. НКИ 152/334.100. – 35с. **30. Пат.** 31736 UA, МПК6 B60C 5/00. Спосіб регулювання тиску повітря у пневматичній шині: *Ріло І.П., Стрілець В.М.* та інші. (Україна); № u200712038; Заяв.31.10.2007; Опубл.25.04.2008. Бюл. №8. – 2 с. **31. Пат.** 2005102866 RU, МПК6 B60C5/24. Колесо транспортного средства: *Татаренко С.М.* (Росія); № 2005102866/11; Заяв.04.02.2005; Опубл.10.07.2006. Бюл. №19. – 1 с. **32. Пат.** 3967670 US, МКИ B29B15/02, B60C5/24, B29B15/00, B60C5/00, B60C5/06. Tires: *Brickwood, Alan J.* (США); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc.-№ 564676/05; Заяв. 03.04.75; Опубл.06.07.76. НКИ 152/337.100. – 10 с. **33. Пат.** 6588473 US, МКИ B60C5/24; B60C5/00. Tires: *Walrond, Chesterfield E.* (Барбадос); McGraw-Hill (FreePatentsOnline) Inc.-№ 785135/09; Заяв. 16.02.2001; Опубл.08.07.2003. НКИ 152/331.100. – 9 с.

Поступила в редакцію 21.05.09

УДК 62.23: 519.863

О.В. БОНДАРЕНКО, асп. каф. ТММ і САПР,
О.В. УСТИНЕНКО, канд. техн. наук, доц. каф. ТММ і САПР, НТУ „ХПІ”

КРИТЕРІЙ ТА ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРИВАЛЬНИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

Розглянута методика оптимізації коробок передач. Приведена постановка задачі і вказані змінні проектування при оптимізації. Записані цільові функції і сформульовані обмеження на змінні проектування, у тому числі і з урахуванням згінної і контактної міцності зубів, геометричних співвідношень.

The method of optimization of gear-boxes is considered. Problem definition is resulted and the design variables are indicated during optimization. The criterion functions are written and limits on the design variables are formulated, including flexural and contact strength of cogs, geometrical interrelations.

Актуальність задачі. Сучасне транспортне машинобудування висуває все більш жорсткі вимоги за малогабаритними характеристиками до приводів машин і, отже, до такого їх елементу, як коробки передач (КП). Тому максимально можливе зниження маси та габаритів останніх є актуальною задачею.

Постановка задачі. Найбільше розповсюдженими у трансмісіях транспортних засобів (наприклад, автомобілів) отримали КП, виконані за тривальною схемою (див. рисунок). Як бачимо, передавальне число КП на кожній i -й „непрямій” передачі u_{KPi} визначається залежністю

$$u_{KPi} = u_{pz} u_i, \quad (1)$$

де u_{pz} – передаточне число зубчастої пари постійного зачеплення; u_i – передаточні числа зубчастих пар, що вмикаються на i -х передачах.

На кожній передачі ми отримуємо двоступеневий співвісний редуктор. Звичайно з метою зниження маси та габаритів, намагаються забезпечити рівномірність ступенів за контактними напруженнями, за різноманітними залежностями та графіками [1].

У нашому випадку задача ускладнюється неоднозначністю рішення, оскільки для кожної i -ої передачі буде знайдена своя оптимальна розбивка, але передаточне число u_{pz} повинно бути однаковим.

На рис. 1 $m_{pz}, m_i, z_{шpz}, z_{шi}, z_{кpz}, z_{ki}, b_{pz}, b_i$ – модулі, числа зубців шестерень та коліс, кути нахилу зубців у відповідних зачепленнях, які й будуть змінними проектування при оптимізації.